

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 7月14日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第200990号

出 願 人

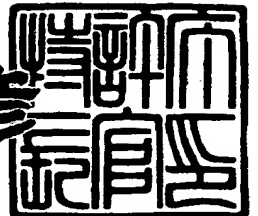
Applicant (s):

株式会社荏原製作所

2000年 1月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3093253

【書類名】 特許願

【整理番号】 EB1972P

【提出日】 平成11年 7月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F04D 19/04

F16C 32/04

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作  
所内

【氏名】 宮本 松太郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作  
所内

【氏名】 小神野 宏明

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所

【代表者】 前田 滋

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100102967

【弁理士】

【氏名又は名称】 大畑 進

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第 41039号

【出願日】 平成11年 2月19日

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第156215号

【出願日】 平成11年 6月 3日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【包括委任状番号】 9501133

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ターボ分子ポンプ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ポンプケーシング内部に、ロータとステータにより翼排気部及び／又は溝排気部が構成されたターボ分子ポンプにおいて、

前記ステータの少なくとも一部に、前記ロータより前記ステータに異常トルクが作用したときに該ロータに連動して異常トルクによる衝撃を吸収する衝撃吸収構造が設けられていることを特徴とするターボ分子ポンプ。

【請求項 2】 前記衝撃吸収構造は、前記翼排気部及び／又は溝排気部を囲む内側ケーシングを有することを特徴とする請求項 1 に記載のターボ分子ポンプ。

【請求項 3】 前記内側ケーシングは、前記ポンプケーシングに対して隙間をもって配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載のターボ分子ポンプ。

【請求項 4】 前記内側ケーシングの内側面又は外側面の一部が前記ステータの筒状部又は前記ポンプケーシングに嵌合することにより固定されていることを特徴とする請求項 2 に記載のターボ分子ポンプ。

【請求項 5】 前記衝撃吸収構造は、前記内側ケーシングと前記ステータ又は前記ポンプケーシングの間に介在する摩擦低減機構を有することを特徴とする請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載のターボ分子ポンプ。

【請求項 6】 前記衝撃吸収構造は、前記翼排気部及び／又は溝排気部のステータと前記内側ケーシングの間に介在する衝撃吸収部材を有することを特徴とする請求項 2 ないし 5 のいずれかに記載のターボ分子ポンプ。

【請求項 7】 前記内側ケーシング及び／又はポンプケーシングは良熱伝導材料で構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のターボ分子ポンプ。

【請求項 8】 前記内側ケーシングを直接または間接的に加熱また冷却する温度調整機構を有することを特徴とする請求項 2 に記載のターボ分子ポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高速回転するロータにより気体の排気を行うようにしたターボ分子ポンプに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来のターボ分子ポンプの一例を図20に示す。このターボ分子ポンプは、筒状のポンプケーシング14の内部に、ロータ（回転部）Rとステータ（固定部）Sにより翼排気部L1及び溝排気部L2が構成されている。ポンプケーシング14の下部は基部15によって覆われ、これには排気ポート15aが設けられている。ポンプケーシング14の上部には排気すべき装置や配管に接続するためのフランジ14aが設けられている。ステータSは、基部15の中央に立設された固定筒状部16と、翼排気部L1及び溝排気部L2の固定側部分とから主に構成されている。

## 【0003】

ロータRは、固定筒状部16の内部に挿入された主軸10と、それに取り付けられた回転筒状部12とから構成されている。主軸10と固定筒状部16の間には駆動用モータ18と、その上下に上部ラジアル軸受20及び下部ラジアル軸受22が設けられている。そして、主軸10の下部には、主軸10の下端のターゲットディスク24aと、ステータS側の上下の電磁石24bを有するアキシアル軸受24が配置されている。このような構成によって、ロータRが5軸の能動制御を受けながら高速回転するようになっている。

## 【0004】

回転筒状部12の上部外周には、回転翼30が一体に設けられて羽根車を構成し、ポンプケーシング14の内面には、回転翼30と交互に配置される固定翼32が設けられ、これらが、高速回転する回転翼30と静止している固定翼32との相互作用によって排気を行う翼排気部L1を構成している。

## 【0005】

さらに、翼排気部L1の下方には溝排気部L2が設けられている。すなわち、回転筒状部12には、外周面にねじ溝34aが形成されたねじ溝部34が固定筒状部16を囲むように設けられ、一方、ステータSには、このねじ溝部34の外

周を囲むねじ溝部スペーサ 36 が配置されている。溝排気部 L2 は、高速回転するねじ溝部 34 のねじ溝 34a のドラッグ作用によって排気を行う。

【0006】

このように翼排気部 L1 の下流側に溝排気部 L2 を有することで、広い流量範囲に対応可能な広域型ターボ分子ポンプが構成されている。この例では、溝排気部 L2 のねじ溝をロータ R 側に形成した例を示しているが、ねじ溝をステータ S 側に形成することも行われている。

【0007】

上記のようなターボ分子ポンプは、以下のように組み立てられる。まず、基部 15 に形成された環状凸部 15b にねじ溝部スペーサ 36 の下面の段差面 36a を嵌合させて取り付ける。次に、ロータ R を所定の位置に据え、その回転翼 30 の間に通常半割の固定翼 32 を両側から組み込み、その上に上下に段差面を有するリング状の固定翼スペーサ 38 を載せる。以下、この工程を順次繰り返してロータ R を取り囲む固定翼 32 の積層構造を形成する。

【0008】

最後に、上からポンプケーシング 14 を上記の積層構造の周囲に装着し、その下部のフランジ 14b をステータ S の基部 15 にボルト等で固定し、ポンプケーシング 14 の内周面上部の段差面 14c で最上段の固定翼スペーサ 38 を押さえ、積層構造及びねじ溝部スペーサ 36 を固定する。このような構成から分かるように、各固定翼 32 はその縁部を上下の固定翼スペーサ 38 により上下から押さえられ、同様にねじ溝部スペーサ 36 も最下段の固定翼 32 と固定翼スペーサ 38 及び基部 15 の凸部 15b に押さえられて周方向に共回りしないように拘束されている。

【0009】

なお、図示しないが、ねじ溝部スペーサ 36 のステータ S の固定筒状部 16 に対する固定を確実にするため、ねじ溝部スペーサ 36 をステータ S の固定筒状部 16 に強固にボルト締結することも行われている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

このようなターボ分子ポンプにおいて、ロータ R の偏心等による回転異常やそれに伴う回転翼 30 や回転筒状部 12 の破壊等が生じる場合がある。この場合、ロータ R やその破片が固定翼スペーサ 38 やねじ溝部スペーサ 36 と衝突してステータ S 側にも径方向や円周方向に多大な力が加わることがある。

【0011】

このような異常な力により、固定翼 32 やスペーサ 36, 38 の変形のみならず、ポンプケーシング 14 や固定筒状部 16 の破損あるいはこれらの接合部の破断、あるいはこれらと外部との接続配管部の破断等を生じる可能性がある。このようなステータ S 側の破損や破断は、ターボ分子ポンプが用いられている処理装置の全体の真空を破壊し、処理装置自体や処理途中の製品への損害をもたらす他、処理ガスを真空系外へ放出するような事故に繋がりがねない。

【0012】

本発明は上記に鑑み、万一ロータ側に異常が発生した場合でも、ステータやケーシングの破損とこれに伴う真空系の破壊に繋がらないような安全性の高いターボ分子ポンプを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、ポンプケーシング内部に、ロータとステータにより翼排気部及び／又は溝排気部が構成されたターボ分子ポンプにおいて、前記ステータの少なくとも一部に、前記ロータより前記ステータに異常トルクが作用したときに該ロータに連動して異常トルクによる衝撃を吸収する衝撃吸収構造が設けられていることを特徴とするターボ分子ポンプである。

【0014】

これにより、ロータの異常等によりロータよりステータに異常トルクが伝達した時に、ロータに連動して衝撃吸収構造がロータの回転エネルギーを吸収するとともに、ポンプケーシングへのトルク伝達を妨げてポンプケーシングやそれと外部の接続の破壊を防止する。

【0015】

請求項 2 に記載の発明は、前記衝撃吸収構造は、前記翼排気部及び／又は溝排

気部を囲む内側ケーシングを有することを特徴とする請求項 1 に記載のターボ分子ポンプである。これにより、ポンプの異常運転時において、内側ケーシングがロータの破片の飛散を防止するとともに、内側ケーシングの変形により衝撃的なエネルギーを吸収して、ポンプケーシングへの影響を最小限に止めるように作用する。

【0016】

請求項 3 に記載の発明は、前記内側ケーシングは、前記ポンプケーシングに対して隙間をもって配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載のターボ分子ポンプである。これにより、ロータの異常等によりロータよりステータに異常トルクが伝達した時に内側ケーシングがポンプケーシングと強く接触するのを回避して内側ケーシングの回転を容易にし、その結果ロータの回転エネルギーを吸収するとともに、内側ケーシングの変形が有ってもポンプケーシングへのトルク伝達を妨げ、ポンプケーシングやそれと外部の接続の破壊を防止する。

【0017】

請求項 4 に記載の発明は、前記内側ケーシングの内側面又は外側面の一部が前記ステータの筒状部又は前記ポンプケーシングに嵌合することにより固定されていることを特徴とする請求項 2 に記載のターボ分子ポンプである。これにより、ロータの異常等によりロータよりステータに異常トルクが伝達した時に、その内側面又は外側面をガイドとして内側ケーシングが回転し、ロータ破壊時に生じる大きな回転トルクがポンプケーシングへ伝達するのを抑制することが可能となる。

【0018】

請求項 5 に記載の発明は、前記衝撃吸収構造は、前記内側ケーシングと前記ステータ又は前記ポンプケーシングの間に介在する摩擦低減機構を有することを特徴とする請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載のターボ分子ポンプである。これにより、内側ケーシングの回転を容易とし、ロータ破壊時等に生じる衝撃がポンプケーシングへ伝達するのを防止する。

【0019】

このような摩擦低減機構としては、4 フッ化エチレン樹脂のような素材自体が



低摩擦であるような部材の他、ボールベアリングやころベアリング等のメカニカルベアリングを用いることもできる。これにより、ロータの異常等によりステータに異常トルクが伝達しようとした時に、ロータに連動して衝撃吸収構造のベアリングが回転し、ロータの回転エネルギーを吸収してポンプケーシングへ大きな回転トルクが伝達するのを抑制することができる。

## 【0020】

メカニカルベアリングの配置場所としては、ポンプケーシングとロータ外径部との間に大きくスペースのあるねじ溝排気部に配置することにより、ポンプを大きくすることなく衝撃吸収構造を構成することができる。また、2個以上のベアリングを使用する場合、ベアリング間の軸方向距離を大きくとり、内側ケーシングの保持能力を高める目的で、翼排気部の吸気口近傍とねじ溝排気部の排気口近傍に配置してもよい。

## 【0021】

請求項6に記載の発明は、前記衝撃吸収構造は、前記翼排気部及び／又は溝排気部のステータと前記内側ケーシングの間に介在する衝撃吸収部材を有することを特徴とする請求項2ないし5のいずれかに記載のターボ分子ポンプである。これにより、ロータ破壊時に生じるロータの破片物が衝突することによる径方向及び周方向への衝撃力を吸収し、緩和して、内側ケーシングの変形や、内側ケーシングを保持する部分の損傷を抑制することができ、結果としてポンプケーシングへの衝撃力伝達を減少させることができる。

## 【0022】

衝撃吸収構造を、ロータの外側に配置される部分と内側に配置される部分とが連結されたものとして構成してもよい。ロータが破壊した場合、ロータの破片は外方に向かって飛散するので、衝撃吸収構造の外側に配置された部分に衝突し、これを変形させて、その結果ロータ破壊時に生じる大きな衝撃力と回転トルクが軽減される。一方、衝撃吸収構造の内側に配置された部分にはほとんど衝突せず、変形が生じないので、この部分をガイドとして衝撃吸収構造全体を回転させることができ、ロータ破壊時に生じる大きな衝撃力と回転トルクがポンプケーシングへ伝達するのを抑制することが可能となる。

【0023】

衝撃吸収構造を、翼排気部の上流側に設けてもよい。これにより、ロータの破片の飛散しにくい箇所に、衝撃吸収構造を設置することができる。この場合、翼排気部の上流側は本来はロータが不要な箇所であるが、衝撃吸収構造を設けるためにロータ自体を必要に応じて上流側に延長して形成するとよい。排気自体を過度に妨げないように、翼排気部の上流側に設ける衝撃吸収構造には、十分な通気路を確保する必要がある。

【0024】

衝撃吸収構造において、ポンプケーシングまたはステータとの間の少なくとも一部にシール部を設けてもよい。これにより、排気作用のない衝撃吸収構造部での排気側から吸気側への排気ガスの逆流を防止することができるとともにメカニカルベアリングを腐食性ガスや副生成物等から保護することができる。

【0025】

請求項7に記載の発明は、前記内側ケーシング及び／又はポンプケーシングは良熱伝導材料で構成されていることを特徴とする請求項2に記載のターボ分子ポンプである。二重ケーシングの場合、内側ケーシングと外側ケーシングとの間の隙間により内側ケーシング部は真空断熱状態となり、真空ポンプ内部での発熱（ロータによる気体の攪拌やモータ部の発熱）を効率的に外部に逃がすことができず、ポンプの内部で温度が上昇しポンプの排気できるガス量や圧力範囲を狭くしてしまうが、内側ケーシング及び／又はポンプケーシングを良熱伝導材料（アルミニウム合金や銅合金）等で構成することによりポンプ内部の放熱を有効的に行え、ポンプの運転可能範囲を広くすることができる。内側ケーシングとポンプケーシングの間の伝熱を良くするために、良伝熱性の伝熱部材を装着したり、内側ケーシングとポンプケーシングを密着させるようにしてもよい。

【0026】

請求項8に記載の発明は、前記内側ケーシングを直接または間接的に加熱また冷却する温度調整機構を有することを特徴とする請求項2に記載のターボ分子ポンプである。内側ケーシングにヒータや水冷配管等を取り付けることにより、局所的に昇温させたい場所や熱を奪いたい場所を任意に設定でき、特定のプロセス

によるポンプ内部での副生成物の生成を抑制または阻止したり、運転可能範囲を広く設定することができる。

## 【 0 0 2 7 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図 2 0 と同一構成要素には同一符号を付してその説明を簡略化する。図 2 0 の従来のターボ分子ポンプでは、翼排気部の固定側を構成する固定翼 3 2 及び固定翼スペーサ 3 8、及び溝排気部の固定側を構成するねじ溝部スペーサ 3 6 は、ポンプケーシング 1 4 の段差面と基部 1 5 の凸部 1 5 b に押さえられており、ポンプケーシング 1 4 に直接に固定されていた。図 1 の実施の形態では、円筒状の下部内側ケーシング 4 0 と上部内側ケーシング 4 1 によって内側ケーシング（衝撃吸収構造）4 2 が構成されており、これにより固定翼 3 2 及び固定翼スペーサ 3 8 が固定されている。

## 【 0 0 2 8 】

すなわち、上部内側ケーシング 4 1 は、固定翼 3 2 と固定翼スペーサ 3 8 からなる積層構造を収容し、段差面 4 1 a によって積層構造を押さえた状態で、下端を下部内側ケーシング 4 0 の上端に形成された環状突起部 4 0 a に嵌合させて固定されている。下部内側ケーシング 4 0 は、ねじ溝部スペーサとしての機能を兼ねており、回転筒状部 1 2 のねじ溝部 3 4 とともに、溝排気部 L 2 を構成している。

## 【 0 0 2 9 】

この内側ケーシング 4 2 の外径は、ポンプケーシング 4 4 の内径より小さく設定され、従って、内側ケーシング 4 2 とポンプケーシング 4 4 との間に隙間 T を形成している。内側ケーシング 4 2 は、その内周面の下端部をステータ S の固定筒状部 4 5 に形成された円筒状の大径部 4 5 a の外周面に嵌合させており、この部分の嵌合のみによって固定されている。従って、固定翼 3 2 や下部内側ケーシング（ねじ溝部スペーサ）4 0 に異常トルクが伝わった場合に、内側ケーシング 4 2 が共回りして衝撃を吸収し、固定側特にポンプケーシング 4 4 に衝撃を与えにくいようになっている。

## 【 0 0 3 0 】

このように構成したターボ分子ポンプは、フランジ44aを例えば真空処理チャンバに接続して用いられるが、何らかの理由でロータRの回転に異常が起き、あるいはロータRが破損すると、ロータRが固定翼32や下部内側ケーシング40に接触してその回転トルクが内側ケーシング42に伝達される。これにより、内側ケーシング42に大きな力が加えられ、固定翼32の積層構造や内側ケーシング42が部分的に変形して衝撃を吸収する。内側ケーシング42とポンプケーシング44の間に隙間Tが設けられているので、内側ケーシング42の一部が破損しても、その衝撃がポンプケーシング44に直接に伝達されることがなく、ポンプケーシング44やそれと外部の接続の破壊が防止される。

## 【0031】

さらに大きな衝撃が伝達されると、固定側との係合が低度であるので、内側ケーシング42と大径部45aとの間の嵌合が外れ、内側ケーシング42は大径部45aをガイドとして共回りし、これによってさらに衝撃を吸収する。内側ケーシング42とポンプケーシング44の間に隙間Tが設けられているので、内側ケーシング42が共回りしても、その衝撃がポンプケーシング44に直接に伝達されることがなく、ポンプケーシング44やそれと外部の接続の破壊が防止される。

## 【0032】

尚、ここでは内側ケーシング42とポンプケーシング44の間に隙間Tが設けられている例を示したが、衝撃吸収をより積極的に行う観点から、内側ケーシングとポンプケーシングとの間に、後述するような比較的柔軟な金属材料、高分子素材、あるいはこれらの複合素材からなる衝撃吸収部材86を介在させる方法も有効である。

## 【0033】

ところで、図1の場合、内側ケーシング42は一重構造となっているが、ロータ破片の衝突による衝撃緩和や内側ケーシング自身の強度向上の観点から、図2のように、内側ケーシング42Aを、図1の内側ケーシング42の外側にさらに筒状の第2の内側ケーシング42aを設けた多重（二重以上）構造としても良いのは言うまでもない。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、図 1 の実施の形態の変形例のターボ分子ポンプを示すものである。この実施の形態では、下部内側ケーシング 4 0 の内周面と、固定筒状部 4 5 の大径部 4 5 a の外周面との間に、摩擦低減構造 4 3 が介在している。この摩擦低減構造 4 3 としては、例えば、4 フッ化エチレン樹脂のような素材自体が低摩擦であるような部材の他、ボールベアリングやころベアリング等の低摩擦構造を用いることもできる。

【 0 0 3 5 】

このターボ分子ポンプでは、下部内側ケーシング 4 0 と固定筒状部 4 5 の大径部 4 5 a との間に、摩擦低減構造 4 3 が設けられているので、これらの間に作用する摩擦力も低減し、大径部 4 5 a をガイドとして下部内側ケーシング 4 0 が回転し易くなる。従って、内側ケーシング 4 2 の衝撃吸収能力が向上し、ロータ R 破壊時の異常な回転トルクがポンプケーシング 4 4 側へ伝達するのをさらに低減させることができる。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、本発明の他の実施の形態のターボ分子ポンプを示すものである。この実施の形態では、下部内側ケーシング 4 6 が、ロータ R のねじ溝部 3 4 の外側に配置された外側筒状部 4 6 A と、ねじ溝部 3 4 の内側に配置された内側筒状部 4 6 B とがそれらの下方で連結部 4 6 C により連結されて二重筒状に構成され、回転筒状部 1 2 のねじ溝部 3 4 はこれらの間を回転するようになっている。内側筒状部 4 6 B の内周面の上部には、内側に向かう突出部 4 8 が形成されており、この突出部 4 8 の内周面がステータ S の固定筒状部 4 7 の外周面 4 7 a に嵌合されることにより固定されている。

【 0 0 3 7 】

外側筒状部 4 6 A は、ねじ溝部スペーサとしての機能を兼ねており、回転筒状部 1 2 のねじ溝部 3 4 とともに溝排気部 L 2 を構成している。連結部 4 6 C には、溝排気部 L 2 から排気ポート 1 5 a に連通するための連通孔 4 6 D が形成されている。外側筒状部 4 6 A は、第 1 の実施の形態と同様に、上部内側ケーシング 4 1 と一体になって、ポンプケーシング 4 4 との間に隙間を有する内側ケーシ

グ 4 2 を構成している。

【0038】

このように構成されたターボ分子ポンプにおいては、ロータ R が破壊した場合でもロータの破片は外方に向かって飛散するので、ねじ溝部 3 4 の内側の内側筒状部 4 6 B は変形しにくく、円筒状態を保持することができる。また、内側ケーシング 4 2 を固定するための突出部 4 8 が、異常トルクを受けやすい上部内側ケーシング 4 1 から最も遠い位置にあるために、上部内側ケーシング 4 1 が受けた衝撃が途中で吸収されて低減されて伝わるので、突出部 4 8 と固定筒状部 4 7 の外周面 4 7 a の嵌合部の形状も比較的維持される。

【0039】

従って、内側筒状部 4 6 B と外周面 4 7 a の嵌合が外れた後も、内側ケーシング 4 2 は全体としてこれらの係合面をガイドとして、外側筒状部 4 6 A、上部内側ケーシング 4 1 などとともに回転することができ、これにより、ロータ R 破壊時の異常な回転トルクのポンプケーシング 4 4 側への伝達を抑制することができる。

【0040】

図 5 は、図 4 の実施の形態の変形例を示すもので、この変形例では、内側ケーシング 4 2 を構成する下部内側ケーシング 1 4 6 として、図 4 における内側筒状部 4 6 B の代わりに、これより肉薄の円筒状の内側筒状部 1 4 6 B が設けられて構成されており、この内側筒状部 1 4 6 B の内周面とステータ S の固定筒状部 4 7 の外周面 4 7 a との間に、4 フッ化エチレン樹脂等の摩擦低減部材 8 4 が装着されている。

【0041】

このターボ分子ポンプでは、内側筒状部 1 4 6 B と固定筒状部 4 7 との間に、摩擦低減部材 8 4 が介在しているので、これらの間に作用する摩擦力も低減され、固定筒状部 4 7 をガイドとして内側筒状部 1 4 6 B が外側筒状部 4 6 A、上部内側ケーシング 4 1 などとともに回転し易くなる。その結果、ロータ破壊時等の異常な回転トルクがポンプケーシング 4 4 側へ伝達するのをさらに低減することができる。

## 【0042】

図6は、図4の実施の形態の他の変形例を示すものである。この変形例では、内側筒状部146B等をさらに回転し易くするために、図5における摩擦低減部材84の代わりに、摩擦低減構造としてメカニカルベアリング（ボールベアリングやころベアリング等）85が用いられている。

## 【0043】

図7は、本発明のさらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示すものである。この実施の形態では、下部内側ケーシング50とねじ溝部スペーサ51とが別個に設けられている。すなわち、互いに嵌合して内側ケーシング52を構成する下部内側ケーシング50と上部内側ケーシング53によって固定翼32と固定翼スペーサ38の積層構造及びねじ溝部スペーサ51が固定保持されている。上部内側ケーシング53には、その上端に内方に向かって突出された円環状の押え部53aが形成されている。

## 【0044】

外側筒状部50Aおよび上部内側ケーシング53の内周面と、各固定翼スペーサ38およびねじ溝部スペーサ51の外周面との間には、比較的柔軟な金属材料、高分子素材、あるいはこれらの複合素材などからなる衝撃吸収部材86が設けられている。

## 【0045】

下部内側ケーシングは、図6の実施の形態と同様に、外側筒状部50A及び内側筒状部50Bが、連通孔50Dを有する連結部50Cによって連結されて構成されている。内側筒状部50Bの内周面とステータSの固定筒状部47の外周面47aとの間には、摩擦低減構造（メカニカルベアリング）85が設けられている。

## 【0046】

この実施の形態では、図6の実施の形態の作用に加えて、外側筒状部50A及び上部内側ケーシング53と、各固定翼スペーサ38及びねじ溝部スペーサ51との間にも衝撃吸収部材86が設けられているので、ロータRから各固定翼スペーサ38等に伝達された衝撃力が内側ケーシング52自体に伝達されるのが軽減

される。これにより内側ケーシング 52 の保護機能が向上し、結果的に、上部内側ケーシング 53 および外側筒状部 50 A とポンプケーシング 44 との間の隙間 T の寸法をより狭くして全体をコンパクトにすることができる。

## 【0047】

図 8 及び図 9 に示すのは、衝撃吸収部材 86 の例であり、図 8 では、比較的剛性の高いステンレス板 87 と比較的柔らかく衝撃吸収機能の高い鉛板 88 とを重ねた複合素材として構成されている。これにより、衝撃吸収機能と形状維持機能を併せ持つようにしている。図 9 では、衝撃吸収部材 86 が、金属製のパイプをコイル状に巻いて構成されている。

## 【0048】

図 10 は、図 7 の衝撃吸収部材 86 の他の例を示すもので、軸方向に延びる棒状のパイプ 89 を筒状に連ねたものを、内側ケーシング 42 と固定翼スペーサ 38 またはねじ溝部スペーサとの間に配置している。この実施の形態の衝撃吸収部材 86 は、パイプの製作及びターボ分子ポンプの組立が容易であるという利点を有する。衝撃吸収部材 86 としては、パイプに限ることなく、先述した比較的柔軟な金属材料、高分子素材、あるいはこれらの複合素材を用いて、衝撃を吸収しやすい形状（例えばハニカム構造や単なる球形状の集合体）に構成すればよい。腐食性ガス等を排気することを考慮して、素材自身に耐食性のある材料を選ぶのが良く、また表面にニッケルコーティング等の耐食性表面処理を行うことにより、より低コストで同等の効果を得ることができる。

## 【0049】

図 11 及び図 12 は、さらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示すものである。この実施の形態では、図 7 の実施の形態の翼排気部の上流側すなわちターボ分子ポンプの入口に別の衝撃吸収構造 54 が付加されている。すなわち、主軸 10 が上方に延長されて延長部 10 a が形成されているとともに、上部内側ケーシング 53 の円環状の押え部 54 a から内方に向かって十字状に延びる断面矩形のステー部 54 b が形成され、さらに、これらステー部 54 b の中心部に、リング状の上部内側筒部 54 c が、微小な隙間 t をもって延長部 10 a を囲むように形成されている。



## 【 0 0 5 0 】

このターボ分子ポンプでは、図 7 の実施の形態と同様の効果を奏するのに加えて、さらに以下のような効果を奏する。すなわち、別の衝撃吸収構造 5 4 を翼排気部 L 1 の上流側に設けており、この位置には回転翼 3 0 や固定翼 3 2 がないので、これらの破損等に伴う衝突等の影響を受けにくい。従って、押え部 5 4 a、ステータ部 5 4 b、上部内側筒部 5 4 c はその形態が維持され、主軸 1 0 の延長部 1 0 a との摺動によって内側ケーシング 5 2 全体が主軸 1 0 を中心に回転して、その衝撃吸収機能を長時間維持することができる。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 3 及び図 1 4 は、本発明のさらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示すものである。この実施の形態では、入口側の衝撃吸収構造 5 4 がロータ R ではなく、ステータ S 側に固定された軸体のまわりに摩擦低減機構を介して取り付けられている。すなわち、主軸 1 0 の上端部は短く形成されており、一方、ポンプケーシング 4 4 の内周面上端部には、ベアリング保持部材 9 0 が内側に延びて設けられている。

## 【 0 0 5 2 】

このベアリング保持部材 9 0 は、ポンプケーシング 4 4 に固定された環状部 9 0 a と、この環状部 9 0 a から内方に向かって十字状に延びる断面が矩形のステータ部 9 0 b と、これらステータ部 9 0 b の中心部に円板状に形成された円板部 9 0 c と、この円板部 9 0 c から下方に向かって延びる円柱状の軸体 9 0 d とを備えている。一方、上部内側ケーシング 5 3 の円環状の押え部 5 4 a から内方に向かって十字状に延びる四角板状のステータ部 5 4 b が形成され、さらに、これらステータ部 5 4 b の中心部に、円筒状の上部内側筒部 5 4 c が主軸 1 0 の上方に形成されている。軸体 9 0 d の外周面と上部内側筒部 5 4 c との間には、メカニカルベアリング（摩擦低減機構） 9 2 が設けられている。

## 【 0 0 5 3 】

このターボ分子ポンプでは、図 1 1 の実施の形態の場合に比較して、衝撃吸収構造 5 4 が、ステータ S 側に固定された軸体のまわりに摩擦低減機構 9 2 を介して取り付けられているので、内側ケーシング 5 2 の回転を維持する機能をより一

層効果的に維持することができる。

【0054】

図15は、図7の実施の形態の変形例を示すもので、この実施の形態では、内側ケーシング52を構成する下部内側ケーシング50と上部内側ケーシング53の外径が異なるように設定されている。すなわち、下部内側ケーシング50には内側筒状部50Bを設けておらず、下部内側ケーシング50は上部内側ケーシング53より外径が小径になっている。これは、ねじ溝排気部L2の方が翼排気部L1よりロータRに負荷される応力が大きくなるので、その径寸法を翼排気部L1より小さくした方が安定になるからである。

【0055】

図7の場合と同様に、上部内側ケーシング53と翼排気部L1の固定翼スペーサ38の組立体及び下部内側ケーシング50とねじ溝部スペーサ51の間に、この例ではコイル状パイプからなる衝撃吸収部材86がそれぞれ配置されている。

【0056】

このように設定することにより形成された下部内側ケーシング50とポンプケーシング44の間のスペースに、上下2個のメカニカルベアリング94からなる摩擦低減構造96が設けられている。この摩擦低減構造96は、固定筒状部47側に設けられた図7のメカニカルベアリングよりも大径であり、異常発生時に内側ケーシング52の回転をより安定に維持することができる。このように、下部内側ケーシング50とポンプケーシング44の間のスペースにメカニカルベアリング94を配置することにより、ポンプを大きくすることなく衝撃吸収構造を構成することができる。

【0057】

この2個のベアリング94は、ロータRが破壊した際、ラジアル方向の大きな衝撃力を受けるため、なるべく軸方向距離を大きくとって、内側ケーシング52が傾かないように保持能力を高めるのが望ましい。そのため、一方を翼排気部L1の吸気口近傍に、他方をねじ溝排気部L2の排気口近傍に配置してもよい。また、ベアリング94を軸方向に3個以上配置してもよい。

【0058】

メカニカルベアリング94の方式としては、ロータRの破壊の際、軸方向荷重が発生する可能性があるため、ラジアル荷重だけを受ける深溝ボールベアリングやころベアリングの他にアンギュラベアリングの単列または組み合わせの使用が考えられる。腐食性ガス等を排気するポンプにおいてはベアリングの耐食性を確保するためベアリング自身をステンレス鋼で製作するか、耐食性のない材料のベアリングでも表面をニッケルコーティング等の耐食表面処理を行えば良い。

## 【0059】

尚、メカニカルベアリング94は、予め組み立ててられたものではなく、図16のようにポンプケーシング44と内側ケーシング52にベアリングの軌道面95を直接形成し、組み立て時にボール95aのみを軌道面に配置する方法もコストダウンの観点から非常に有効である。

## 【0060】

この実施の形態では、排気ガスの排気側から吸気側への逆流防止や、衝撃吸収構造のメカニカルベアリングの保護のため、翼排気部L1の最上段の固定翼スペーサ38とポンプケーシング（外側ケーシング）44の内面に突出する張り出し部98との間、及び下部内側ケーシング50とステータとの間にシール部材100が設けられている。シール部材100としてはOリング状またはシート状のフッ素ゴム等が用いられる。

## 【0061】

固定翼スペーサ38やねじ溝部スペーサ51は、内側ケーシング42、52が回転する際、ポンプケーシング44やステータSと接触し、回転を阻害する可能性があるため、ポンプケーシング44やステータSと近接・接触する部分の面積を少なくするように、スペーサ38の径方向の肉厚を極力少なくしている。また、出願人が、特願平10-196538号において開示したように、一部に壊れやすい構造（円周スリット等）を形成し、異常トルク作用時に軸方向の機械的拘束が確実に外れるようにするのが好ましい。

## 【0062】

上記の各実施の形態において、内側ケーシング42、52の厚さ及び内側ケーシング42、52とポンプケーシング44との隙間Tは数mm（3mm～10mm）

m) 程度が適当である。また、上部内側ケーシング 41, 53 と下部内側ケーシング 40, 46, 50, 146 との接続方法は、図 17 に示すように、下部内側ケーシング側のフランジ厚さ  $t_1$  を 3~5 mm 程度と薄くして径方向外側からボルトを入れ込む構造が、ポンプの径方向寸法を小さくすると共にベアリングを配置する際のベアリング間の軸方向寸法を大きくとれる為、非常に有効である。ボルトのサイズとしては M6~M10、本数は数本から 50 本以下が適当である。

## 【0063】

上記の各実施の形態において、内側ケーシング 42, 52、固定翼 32 あるいは固定翼スペーサ 38 にはロータ R の破壊時の衝撃が印加されるため、強度が高く、伸びのあるステンレス鋼やアルミニウム合金が適している。特にコストダウンとポンプの軽量化の点ではアルミニウム合金が有効である。一方、ポンプケーシング 44 として比強度の高いアルミニウム合金等を使用するとポンプの軽量化を図ることができる。また、固定翼スペーサ 38 の形状としては固定翼スペーサ自身が衝撃力を緩和できるように、円周状の溝等を形成し、変形しやすいものとするのも有効である。

## 【0064】

図 18 及び図 19 は、図 15 の実施の形態の変形例を示すもので、この実施の形態では、ねじ溝排気部 L2 の径寸法を翼排気部 L1 より小さくしたことに対応して、外側のポンプケーシング 44 自体も、ねじ溝排気部 L2 に対応する箇所の径寸法を翼排気部 L1 に対応する箇所より小さくしている。すなわち、ポンプケーシング 44 は、上部ポンプケーシング 44A と、その下方のより小径の下部ポンプケーシング 44B とから構成されている。下部内側ケーシング 50 とねじ溝部スペーサ 51 の間には衝撃吸収部材 86 が配置されている。下部内側ケーシング 50 はその外周の上下 2ヶ所において、メカニカルベアリング 94a, 94b によって支持されている。

## 【0065】

下部内側ケーシング 50 の上部フランジ部には伝熱性の良い材料（アルミニウム合金、銅等）からなる伝熱部材 102 が組み込まれ、これは下部ポンプケーシ

ング 44B の上部フランジ 44b に取り付けられた第 2 の伝熱部材 104 に接するように取り付けられている。一方、下部ポンプケーシング 44B の上部フランジ 44b 近傍には、冷却水のための水冷配管 106 を設けている。これにより、翼排気部 L1 の下流部でロータ R が排気ガスを攪拌することによって生成する発熱を、伝熱部材 102, 104 を介して下部ポンプケーシング 44B に伝え、発散させることができる。従って、発熱を効率よく奪うことができ、ポンプの運転可能範囲（ガス量と圧力の範囲）を広くとることができる。もし、ロータ R に異常が生じて内側ケーシング 52 が回転しようとした場合でも伝熱部材 102, 104 が 2 つの部材から構成されているため、回転を束縛することはなく、発生トルクを低減できる。

## 【0066】

一方、ねじ溝部スペーサ 51 の下部には、排気ガスに起因する生成物を阻止するための昇温手段としてヒータ 108 が組み込まれている。排気ガスに起因する生成物が生じやすいねじ溝排気部のねじ溝スペーサ部を昇温するために、ヒータ 108 を直接取り付け、温度検知機能と組み合わせて温度を調整することにより、生成物を生じないようにすることができる。このように内側ケーシング 52 や周辺部品にヒータや水冷配管を取り付けたり、伝熱部材を組み込むことにより局所的に昇温させたい場所や熱を奪いたい場所を任意に設定でき、特定のプロセスによるポンプ内部での副生成物を抑制または阻止したり、運転可能範囲を広く設定することができる。

## 【0067】

上記では、本発明の種々の構成を翼排気部 L1 と溝排気部 L2 を有する広域型ターボ分子ポンプに適用したが、それぞれの趣旨に従い、本発明の構成を翼排気部 L1 のみあるいは溝排気部 L2 のみを有するポンプに採用してもよく、翼排気部 L1 と溝排気部 L2 の双方を有する広域型ターボ分子ポンプにおいて一方の排気部のみに本発明の構成を採用しても良いことは勿論である。また、上述したいくつかの実施の形態の構成を適宜組み合わせて用いても良いことは言うまでもない。

## 【0068】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ロータの異常等によりステータ側に異常トルクが伝達した時に、衝撃吸収構造がロータの破片による径方向の衝撃力とロータの回転エネルギーを吸収するとともに、ポンプケーシングへのトルク伝達を妨げてポンプケーシングやそれと外部の接続の破壊を防止する。従って、万一ロータ側に異常が発生した場合でも、ステータ側の破損や真空系の破壊に繋がらないような安全性の高いターボ分子ポンプを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の 1 つの実施の形態のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 2】

図 1 の実施の形態の変形例のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 3】

図 1 の実施の形態の他の変形例のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 4】

本発明の他の実施の形態のターボ分子ポンプの要部を示す断面図である。

【図 5】

図 4 の実施の形態の変形例のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 6】

図 4 の実施の形態の他の変形例のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 7】

本発明のさらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 8】

衝撃吸収部材の一つの実施の形態を示す断面図である。

【図 9】

衝撃吸収部材の他の実施の形態を示す斜視図である。

【図 10】

衝撃吸収部材のさらに他の実施の形態を示す断面図及び斜視図である。

【図 11】

本発明のさらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 1 2】

図 1 1 の実施の形態のターボ分子ポンプの上面図である。

【図 1 3】

本発明のさらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 1 4】

図 1 3 の実施の形態のターボ分子ポンプの上面図である。

【図 1 5】

本発明のさらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 1 6】

メカニカルベアリングの他の実施の形態を示す断面図である。

【図 1 7】

本発明のさらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 1 8】

本発明のさらに他の実施の形態のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【図 1 9】

図 1 8 のターボ分子ポンプの要部を拡大して示す断面図である。

【図 2 0】

従来のターボ分子ポンプを示す断面図である。

【符号の説明】

1 0 主軸

1 0 a 延長部

1 2 回転筒状部

1 4 ポンプケーシング

1 4 a フランジ

1 4 b フランジ

1 4 c 段差面

1 5 基部

1 5 a 排気ポート

- 15b 環状凸部
- 16 固定筒状部
- 18 駆動用モータ
- 20 上部ラジアル軸受
- 22 下部ラジアル軸受
- 24 アキシシャル軸受
- 24a ターゲットディスク
- 24b 電磁石
- 30 回転翼
- 32 固定翼
- 34 溝部
- 34a 溝
- 36 溝部スペーサ
- 36a 段差面
- 38 固定翼スペーサ
- 40 下部内側ケーシング
- 40a 環状突起部
- 41 上部内側ケーシング
- 41a 段差面
- 42 内側ケーシング
- 42A 内側ケーシング
- 42a 内側ケーシング
- 43 摩擦低減構造
- 44 ポンプケーシング
- 44A 上部ポンプケーシング
- 44B 下部ポンプケーシング
- 44a フランジ
- 44b 上部フランジ
- 45 固定筒状部

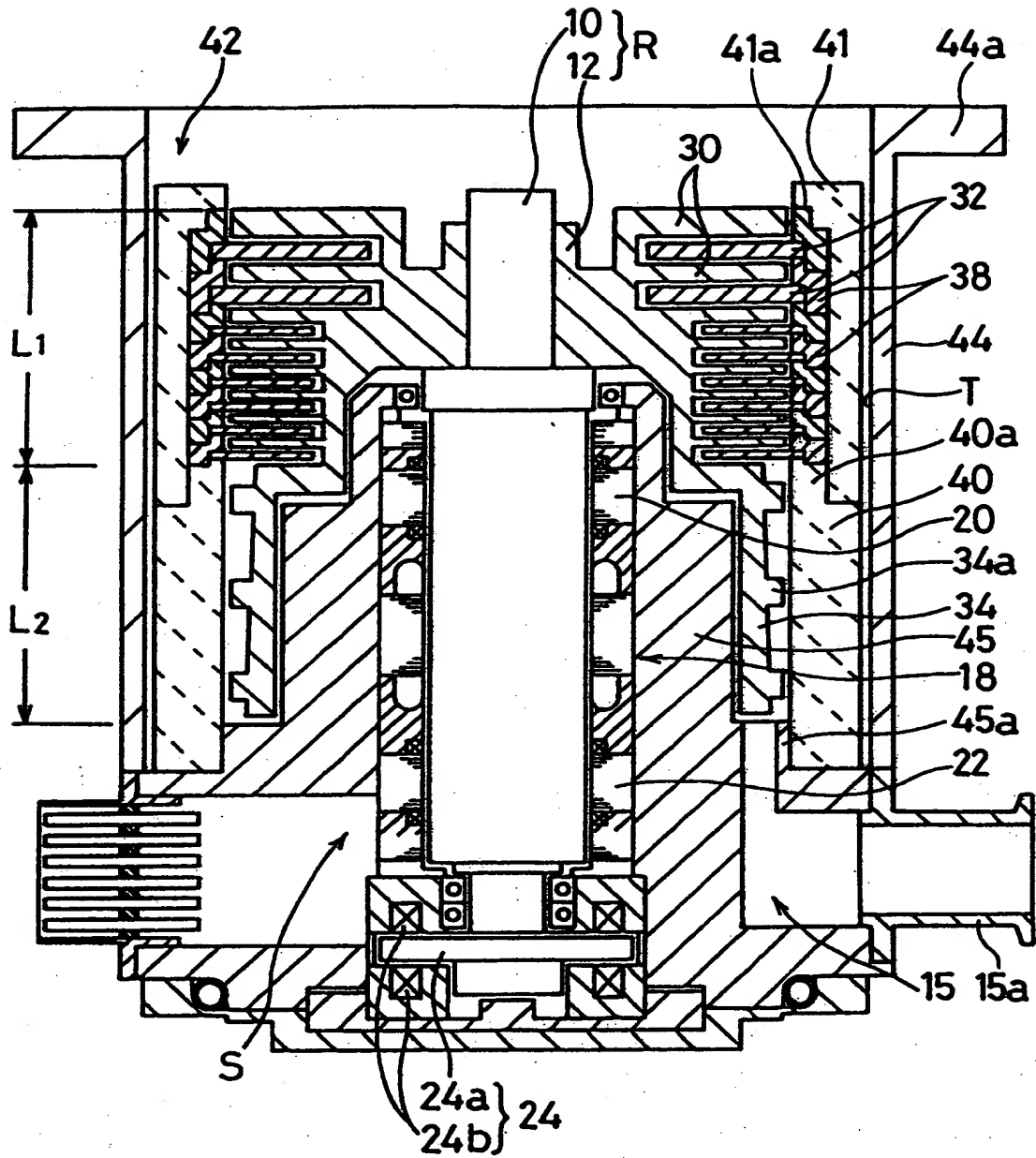


- 4 5 a 大径部
- 4 6 下部内側ケーシング
  - 4 6 A 外側筒状部
  - 4 6 B 内側筒状部
  - 4 6 C 連結部
  - 4 6 D 連通孔
- 4 7 固定筒状部
  - 4 7 a 外周面
- 4 8 突出部
- 5 0 下部内側ケーシング
  - 5 0 A 外側筒状部
  - 5 0 B 内側筒状部
  - 5 0 C 連結部
  - 5 0 D 連通孔
- 5 1 ねじ溝部スペーサ
- 5 2 内側ケーシング
- 5 3 上部内側ケーシング
  - 5 3 a 押え部
- 5 4 b ステー部
- 5 4 衝撃吸収構造
  - 5 4 c 上部内側筒部
  - 5 4 a 押え部
- 8 4 摩擦低減部材
- 8 6 衝撃吸収部材
- 8 7 ステンレス板
- 8 8 鉛板
- 8 9 パイプ
- 9 0 b ステー部
- 9 0 ベ어링保持部材

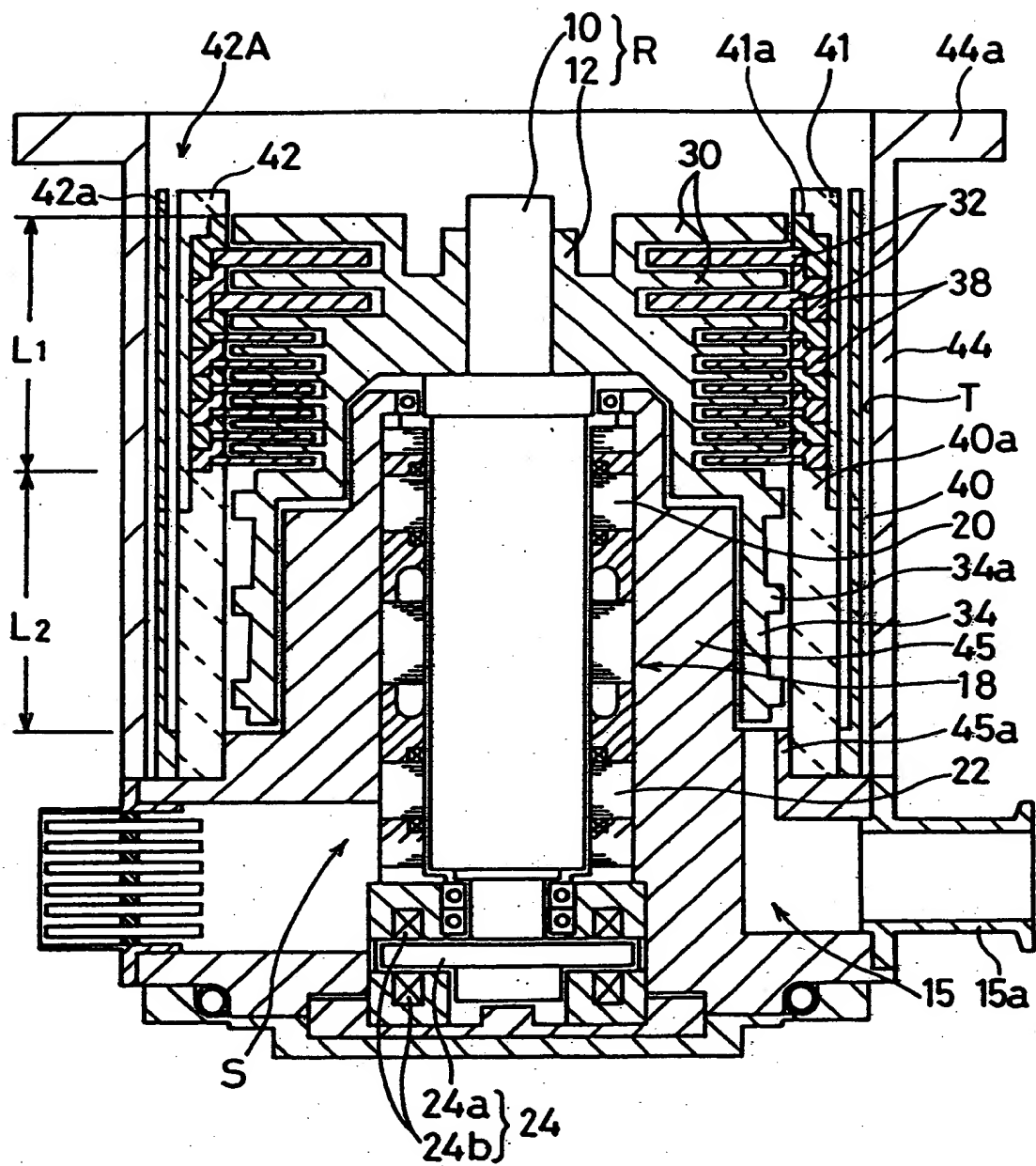
90c 円板部  
90a 環状部  
90d 軸体  
92 摩擦低減機構  
94 ベアリング  
94 メカニカルベアリング  
94a, 94b メカニカルベアリング  
95 軌道面  
95a ボール  
96 摩擦低減構造  
98 張り出し部  
100 シール部材  
102 伝熱部材  
104 伝熱部材  
106 水冷配管  
108 ヒータ  
146 下部内側ケーシング  
146B 内側筒状部  
L1 翼排気部  
L2 ねじ溝排気部  
R ロータ  
S ステータ  
T 隙間  
t 隙間  
t<sub>1</sub> フランジ厚さ

【書類名】 図面

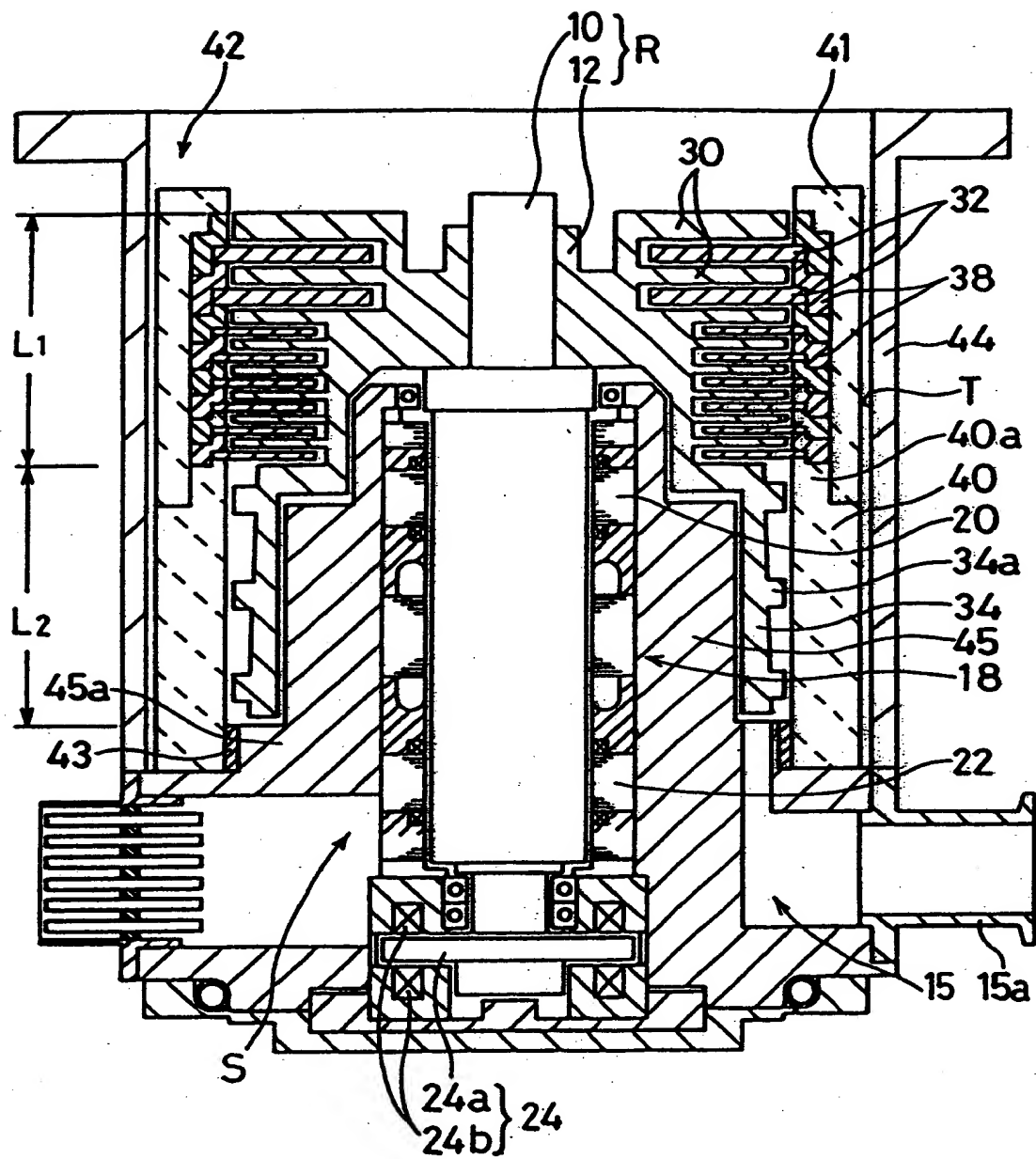
【図 1】



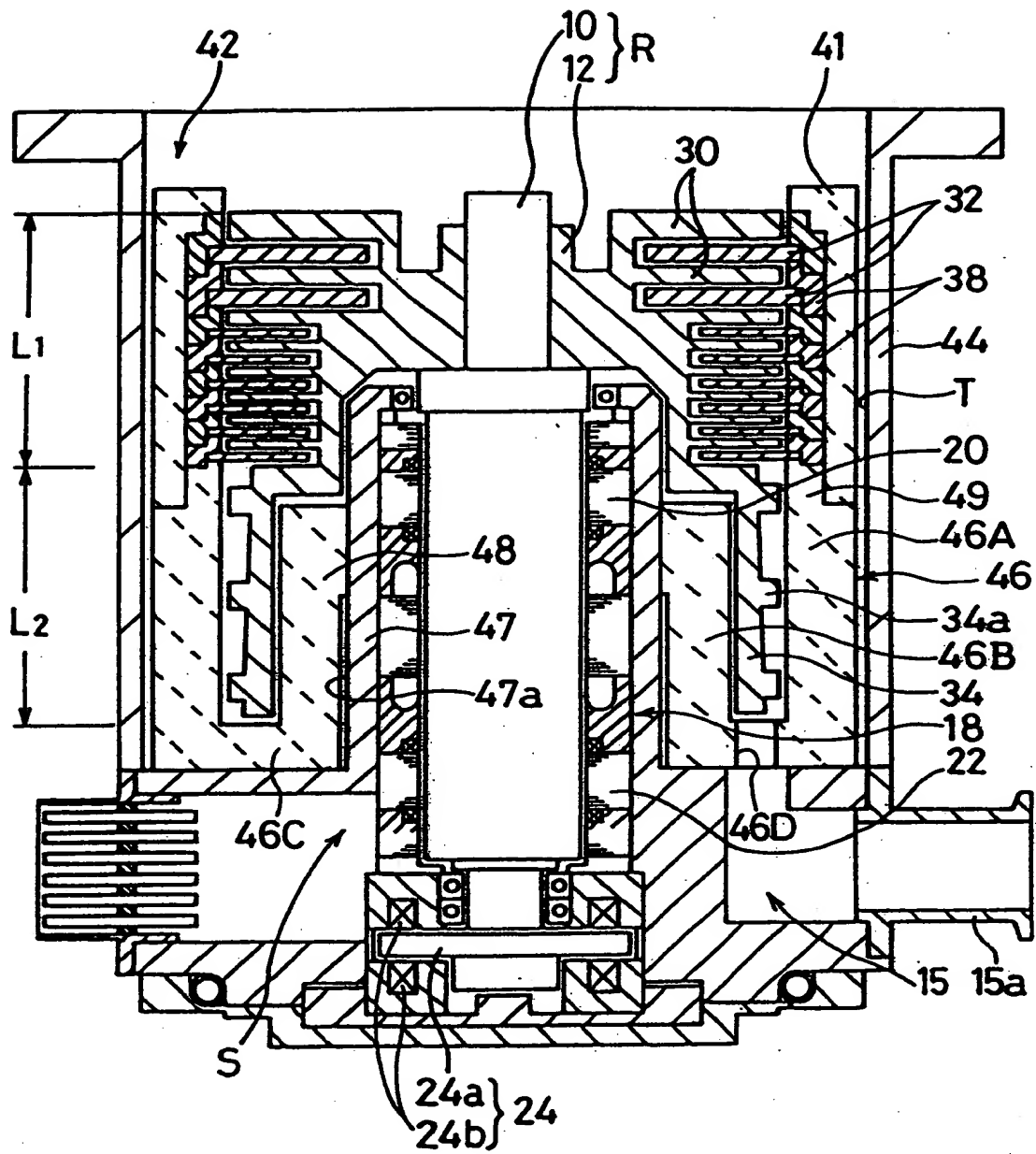
【図 2】



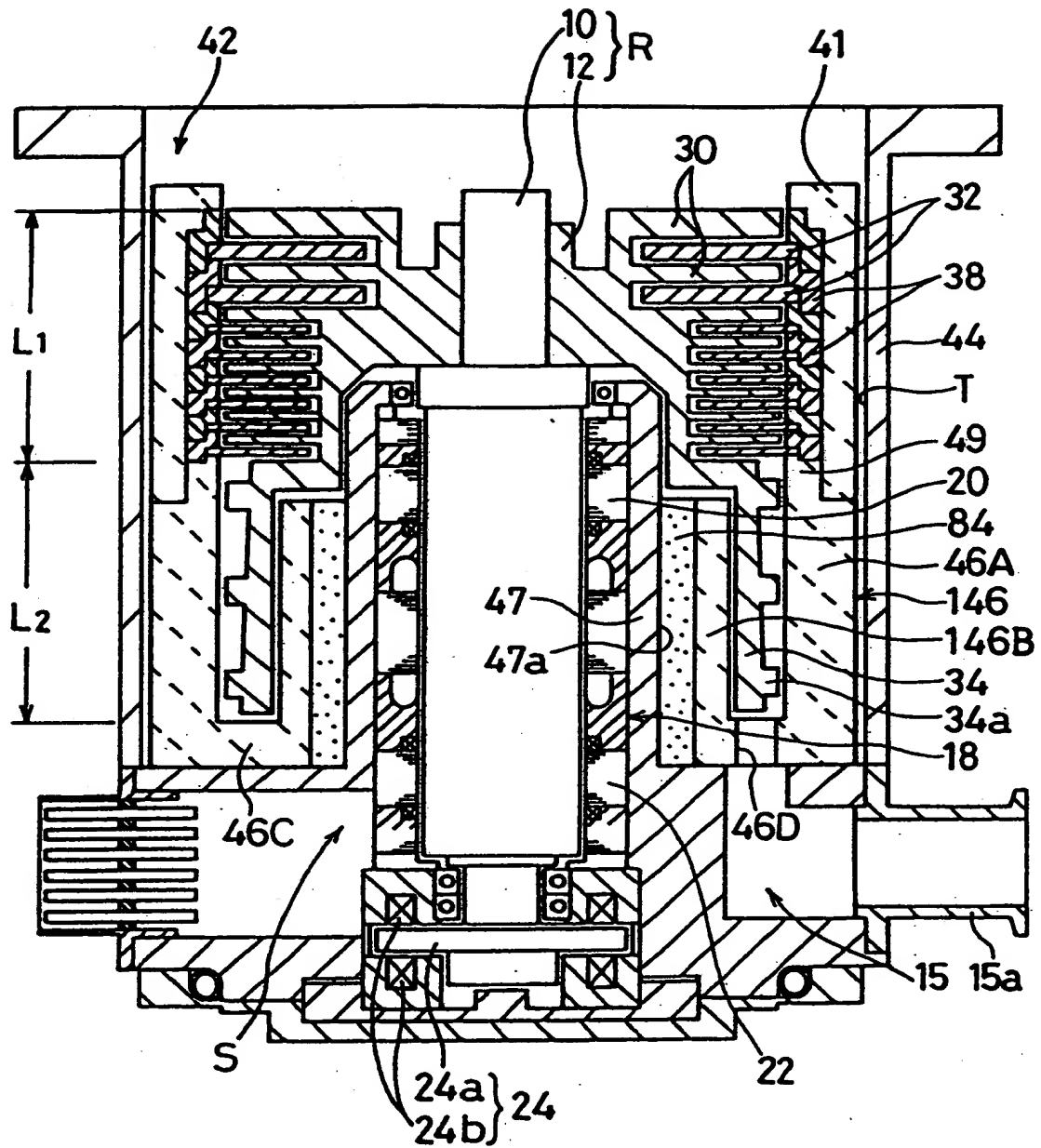
【図 3】



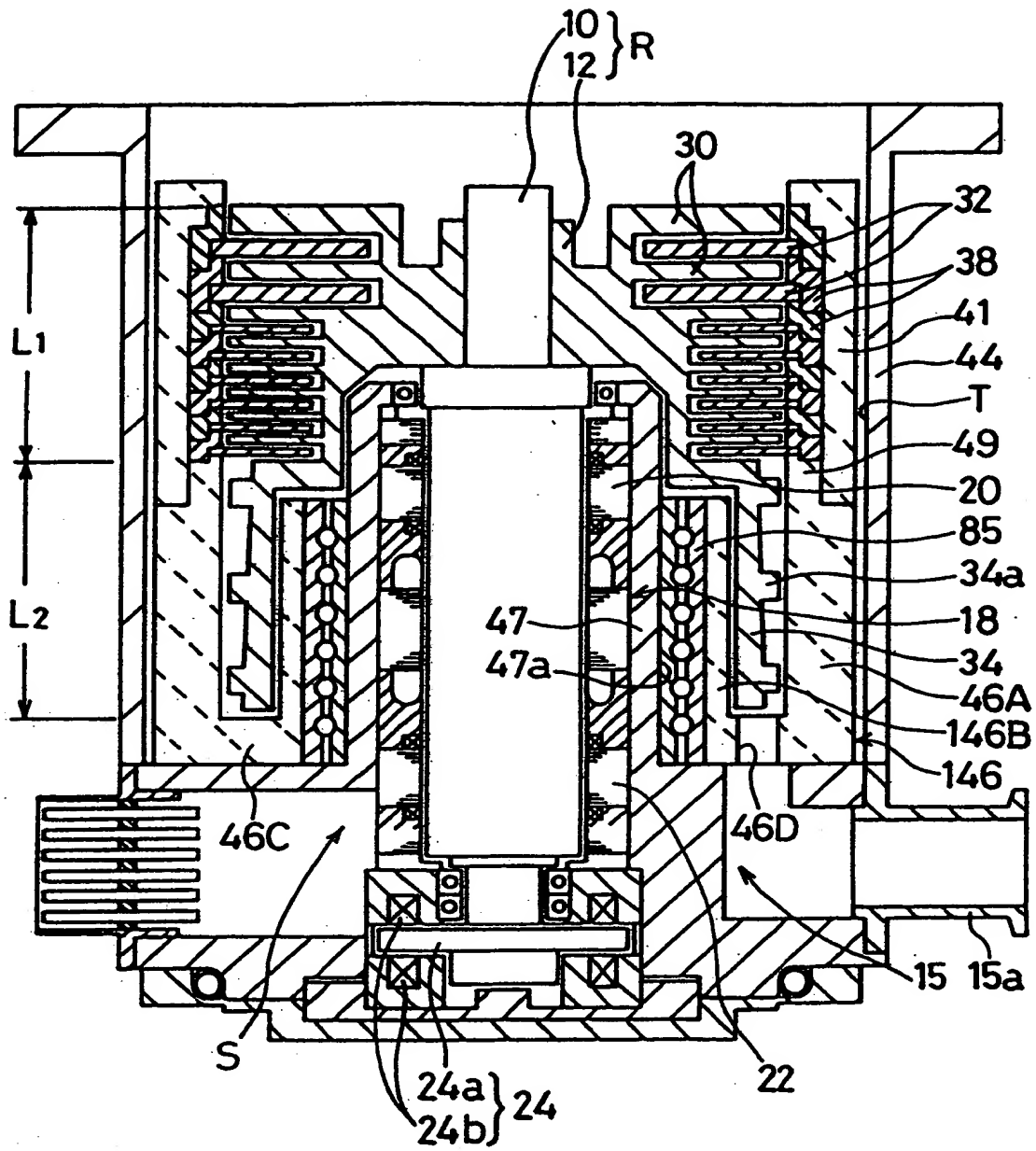
【図 4】



【図 5】

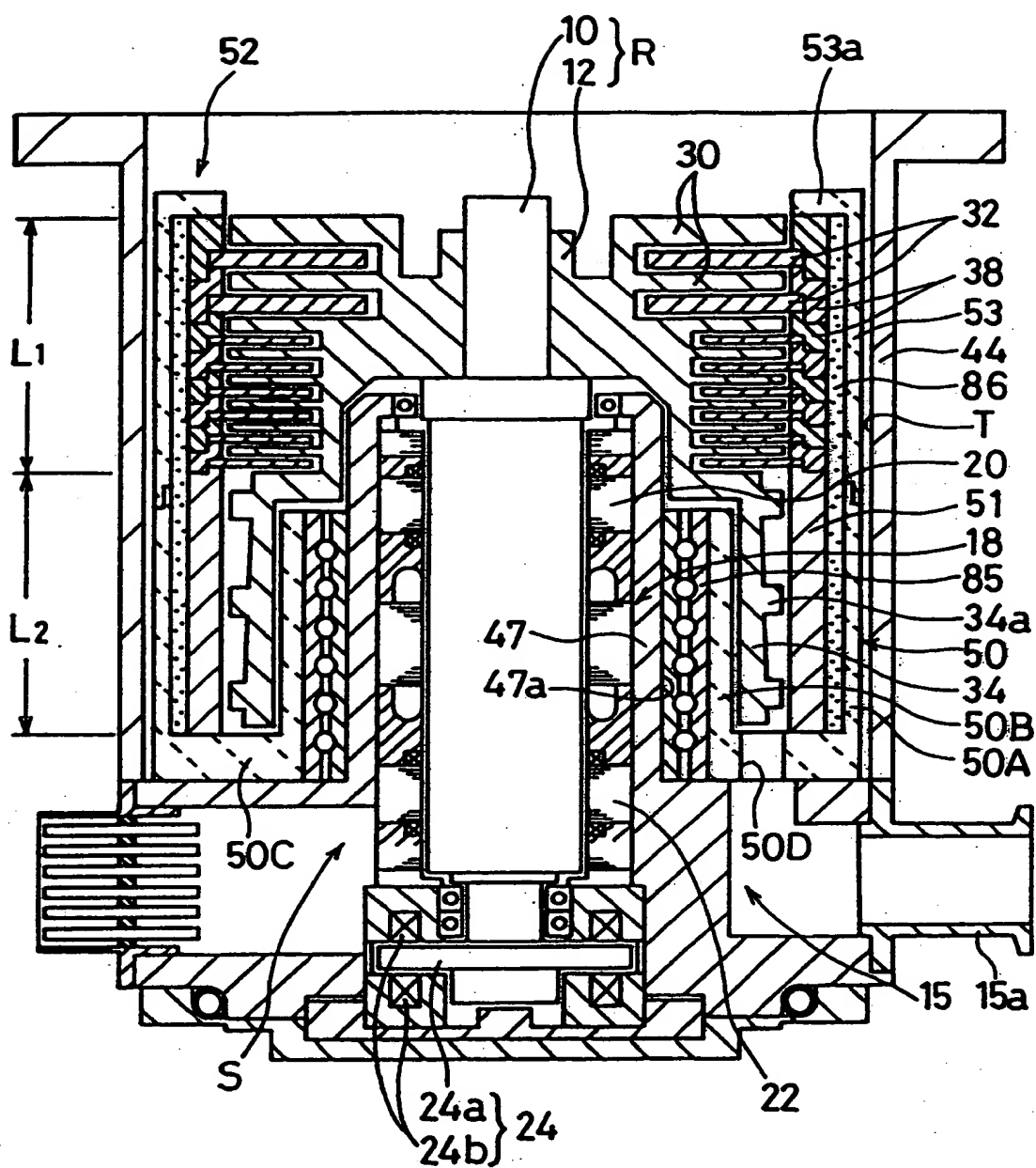


【図 6】

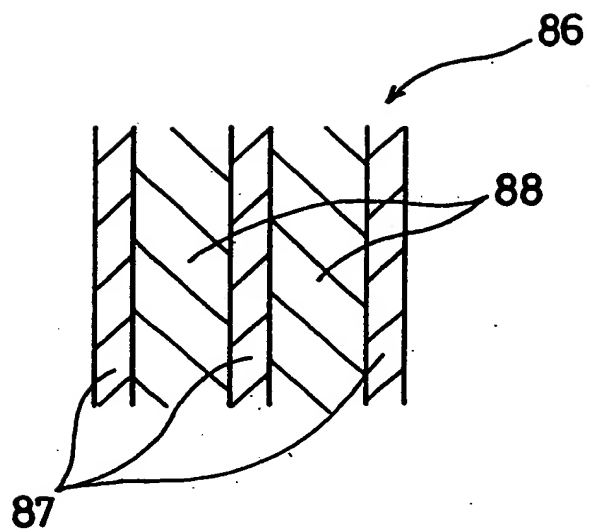




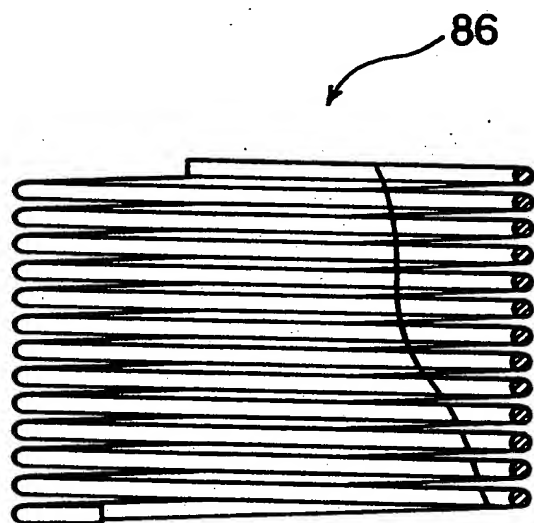
【図 7】



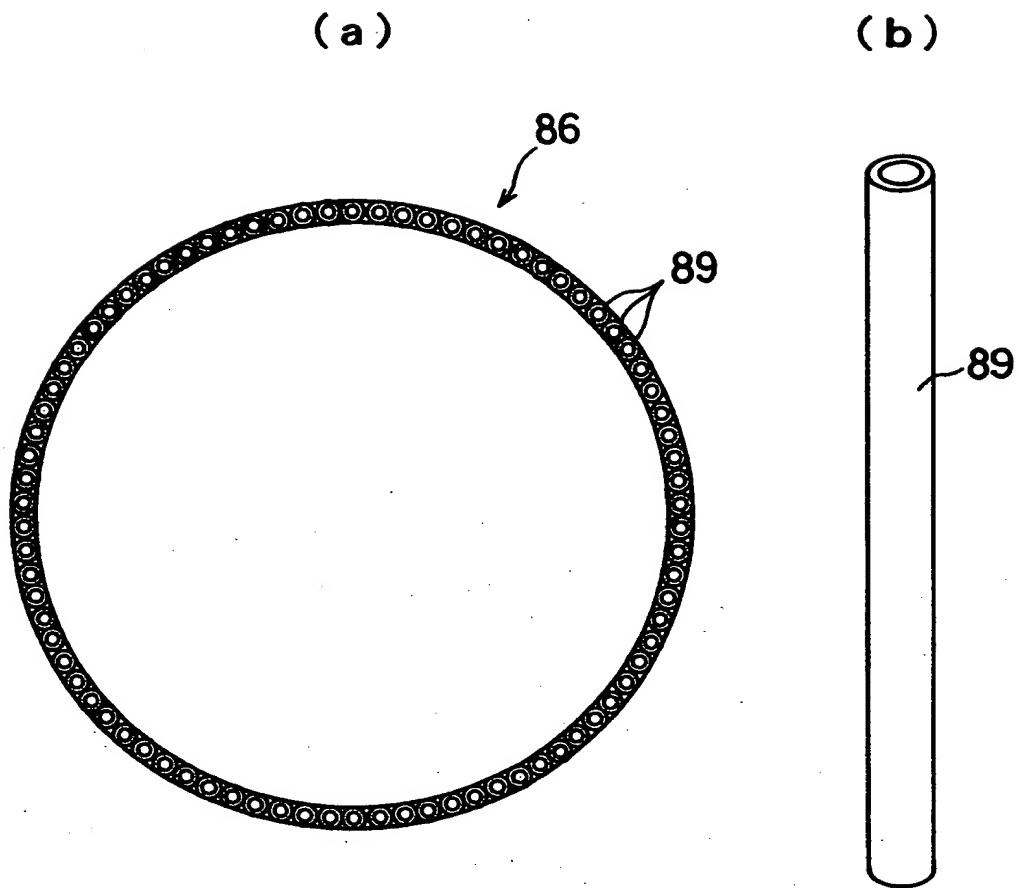
【図 8】



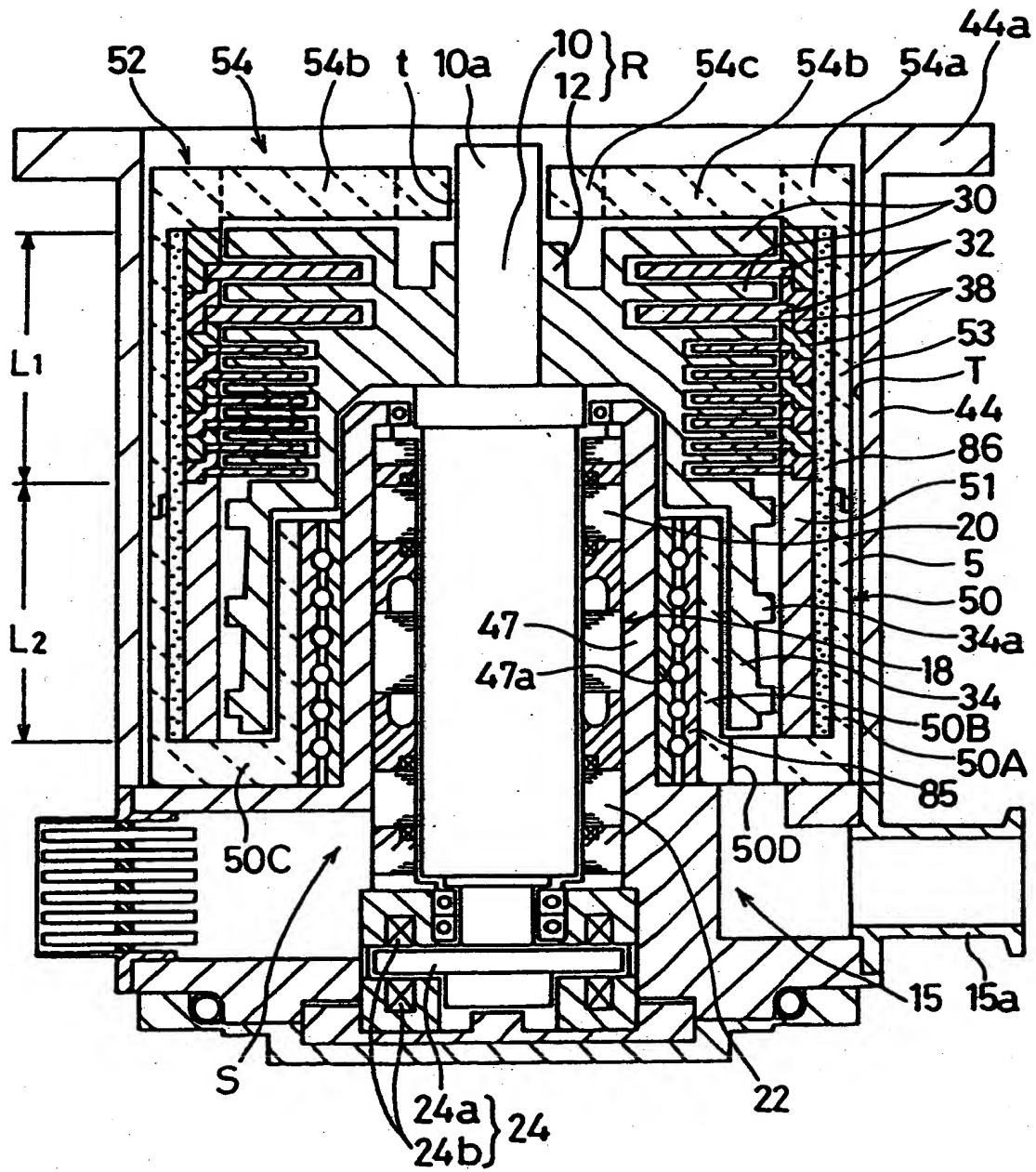
【図 9】



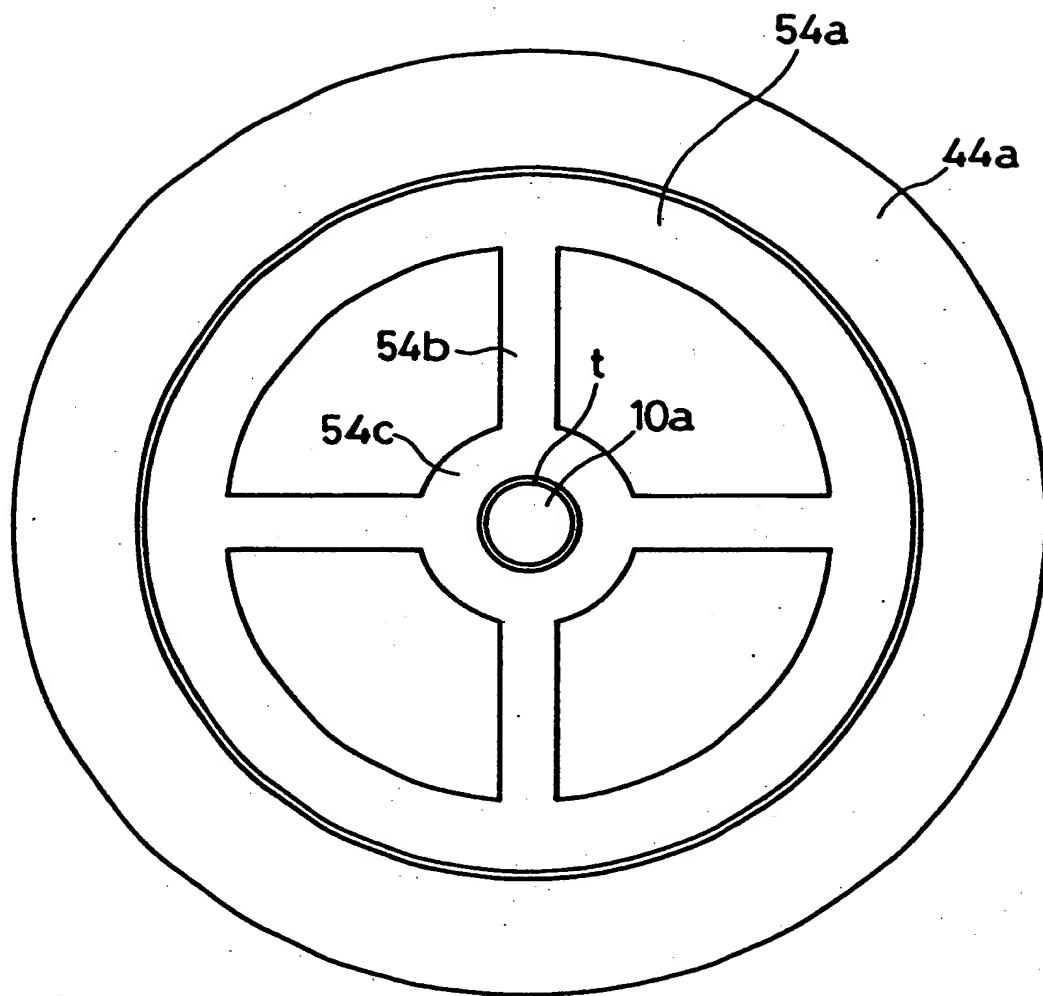
【図 10】



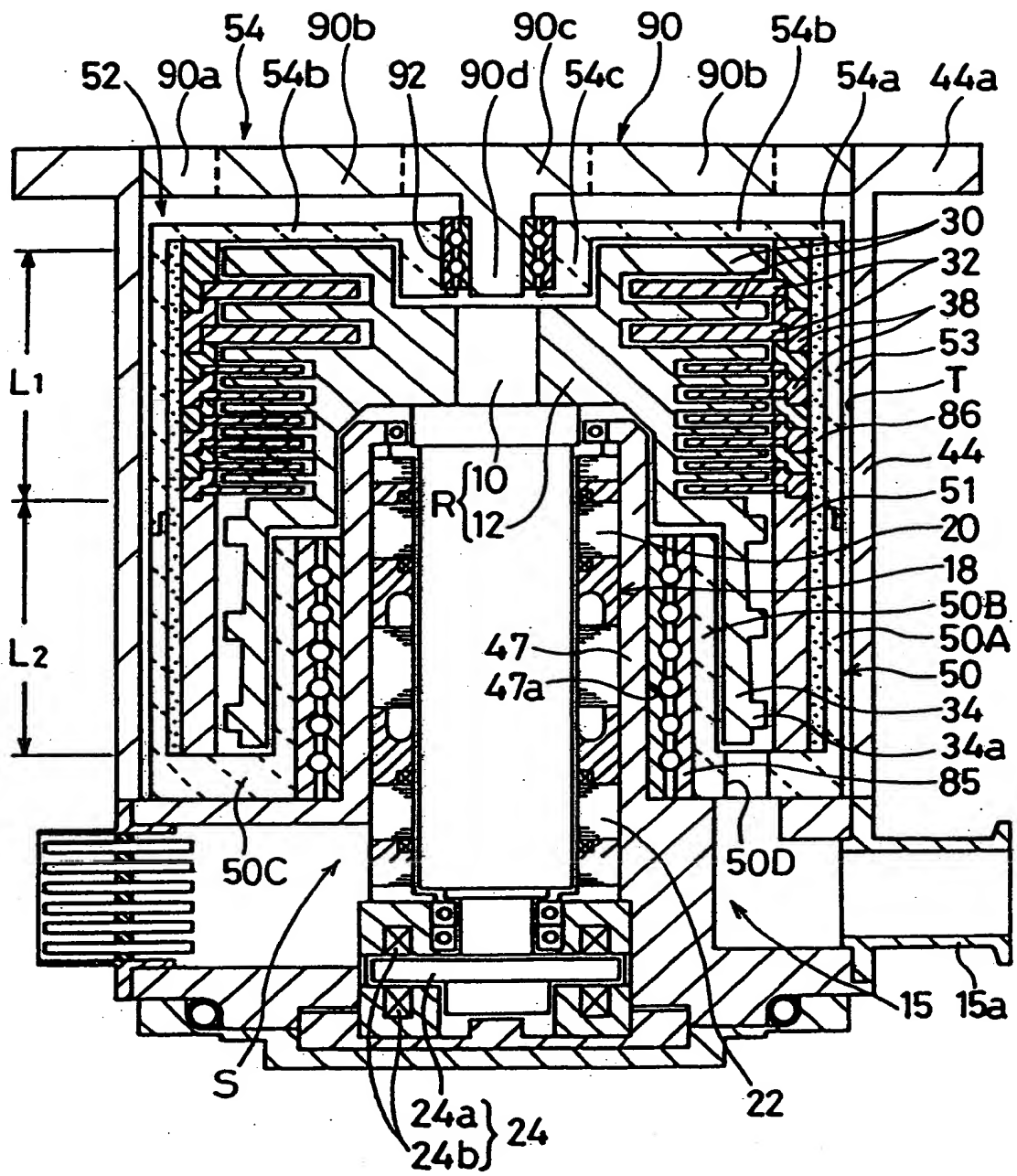
【図 11】



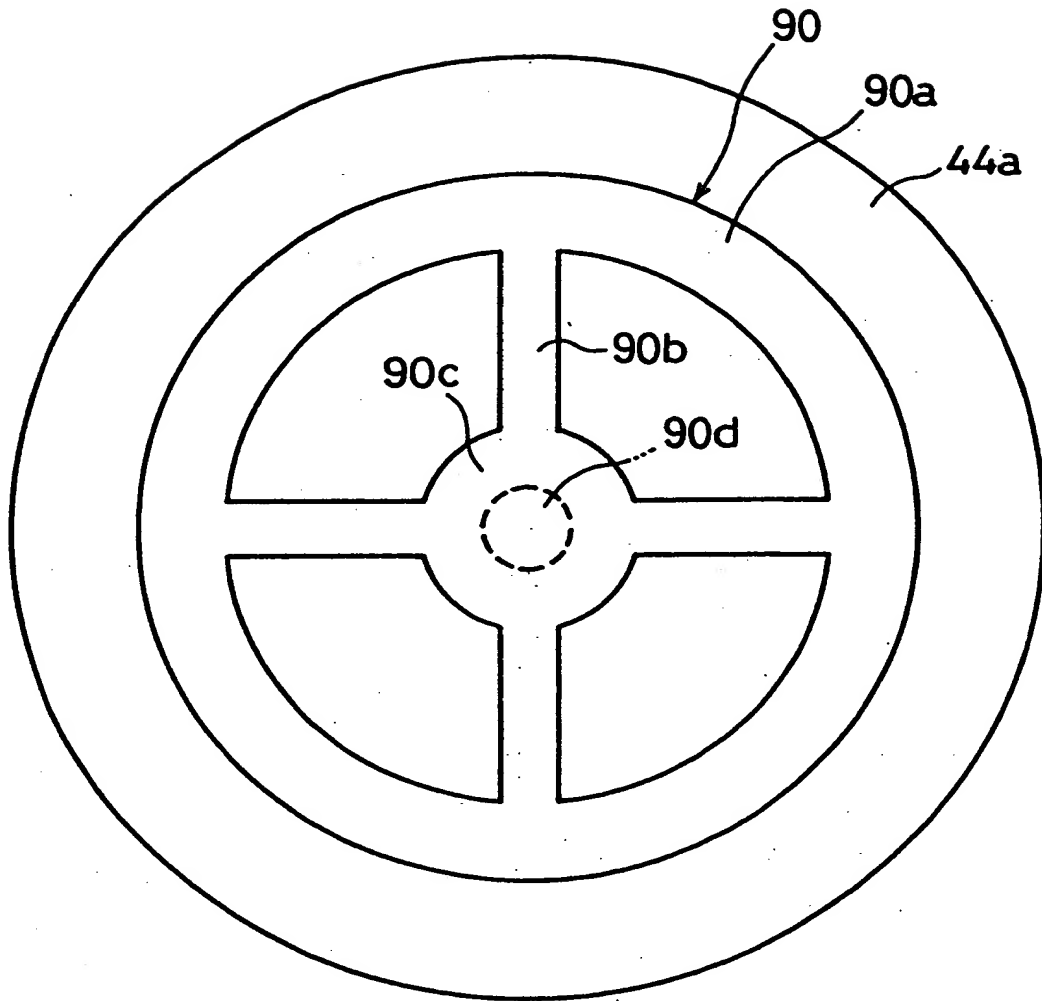
【図 12】



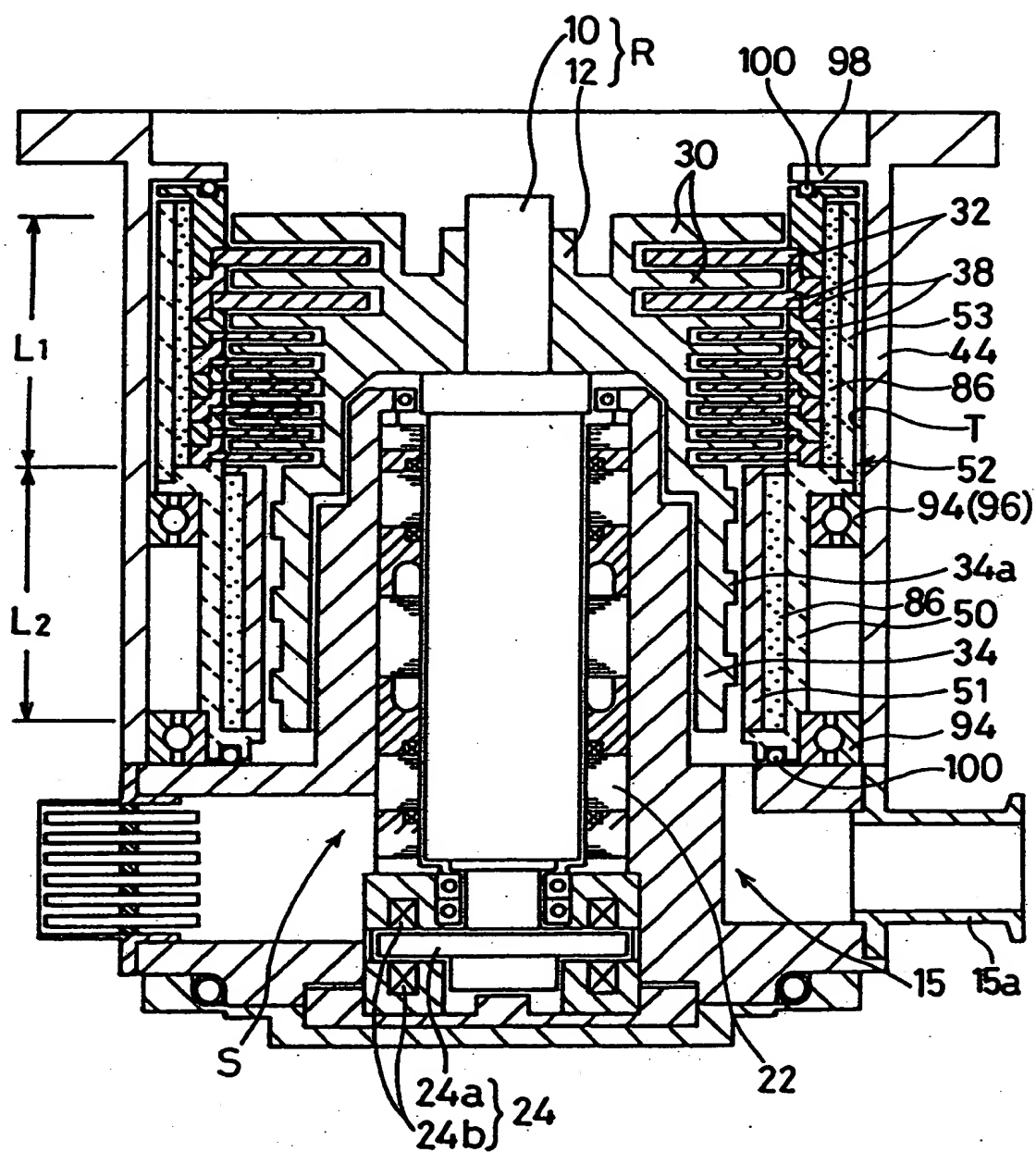
【図 13】



【図 14】

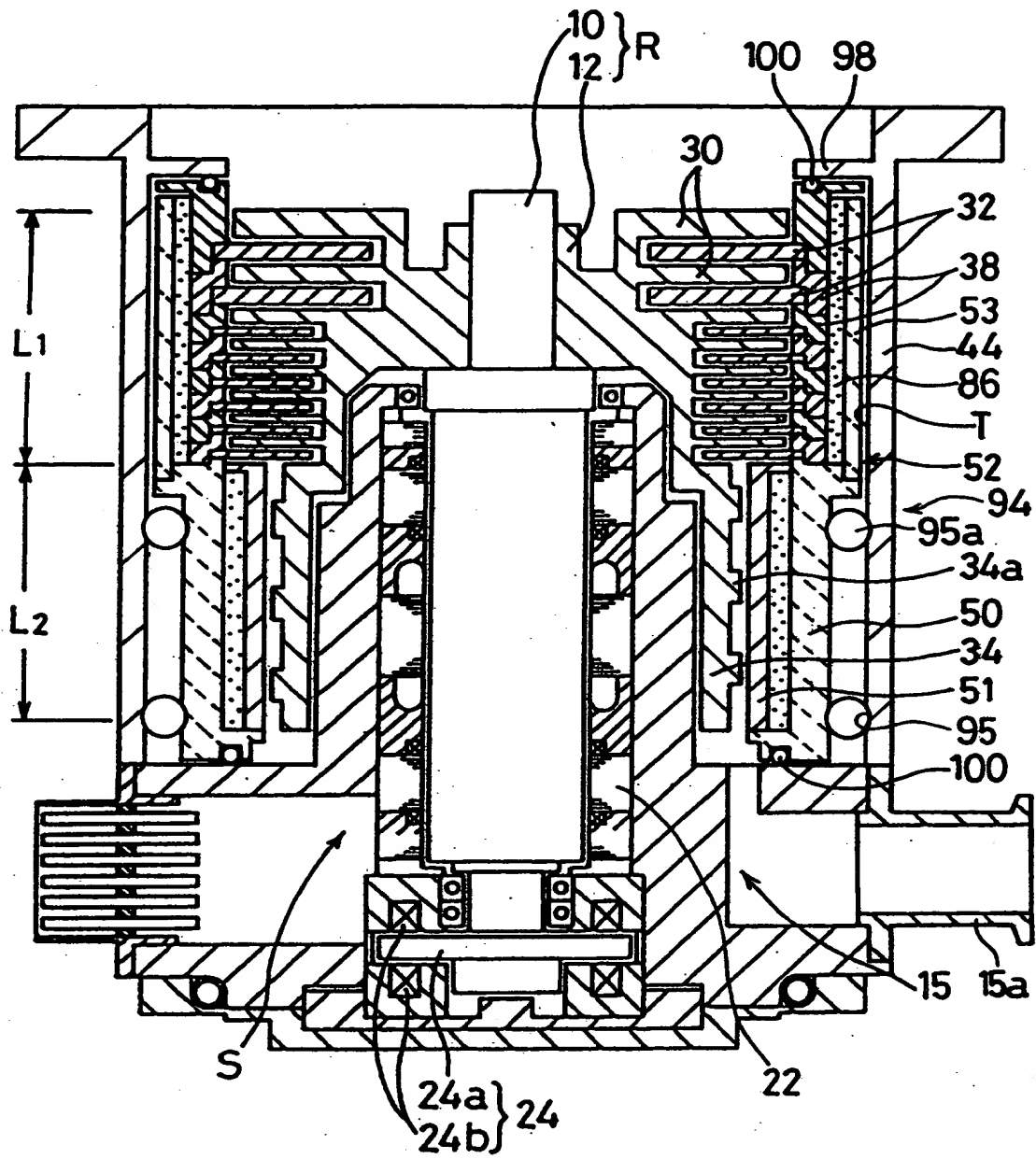


【図 15】

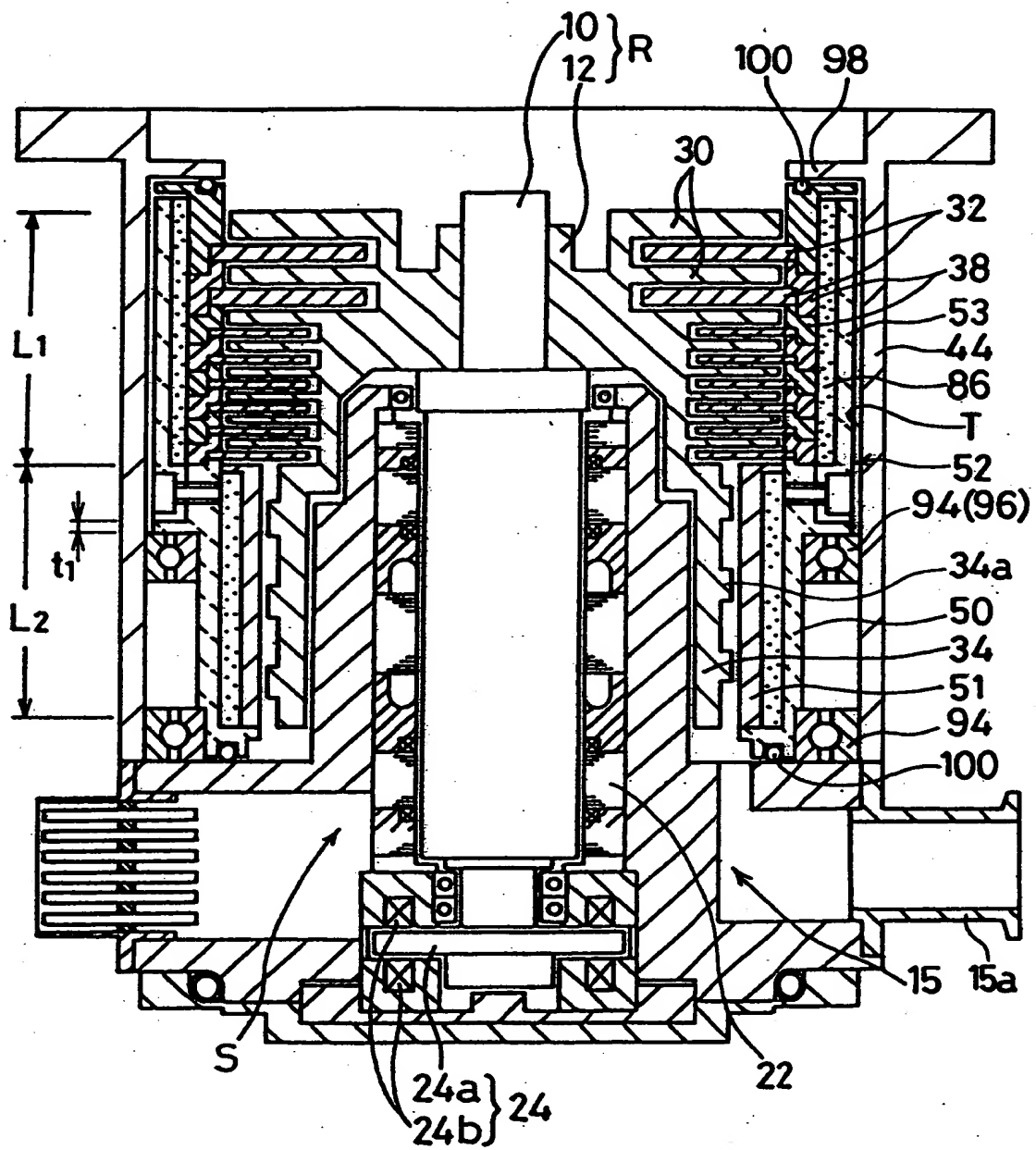




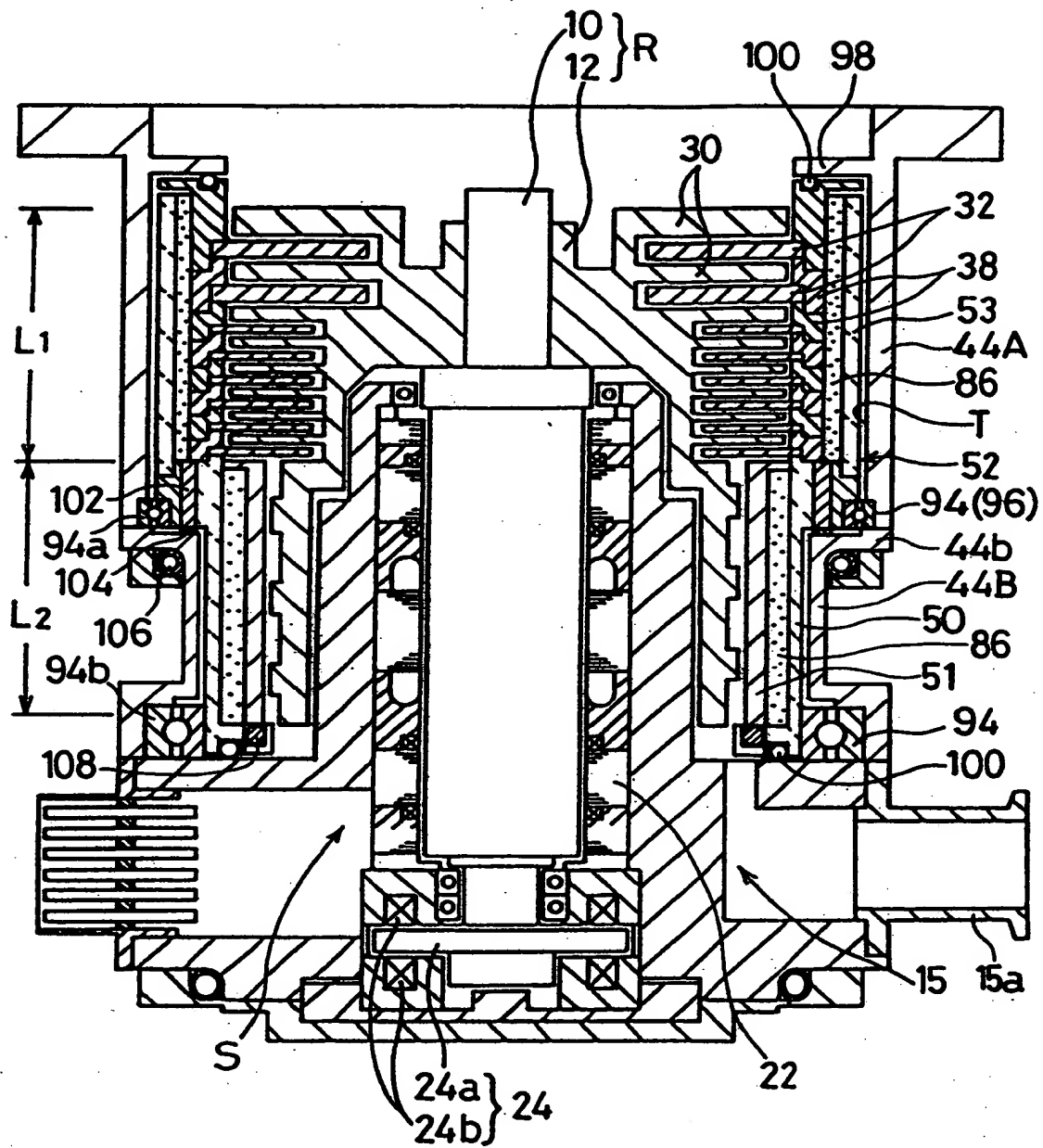
【図 16】



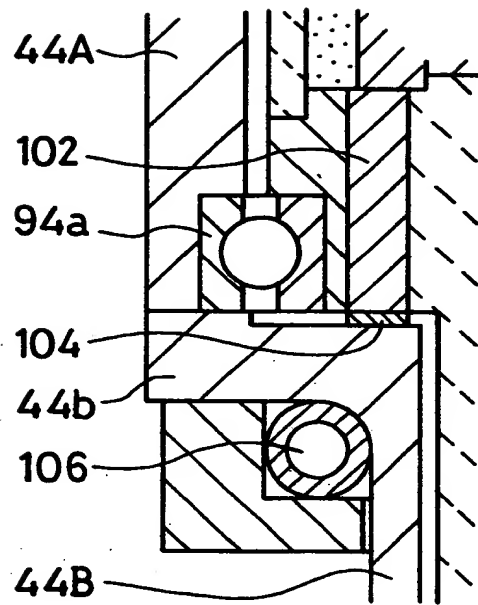
【図 17】



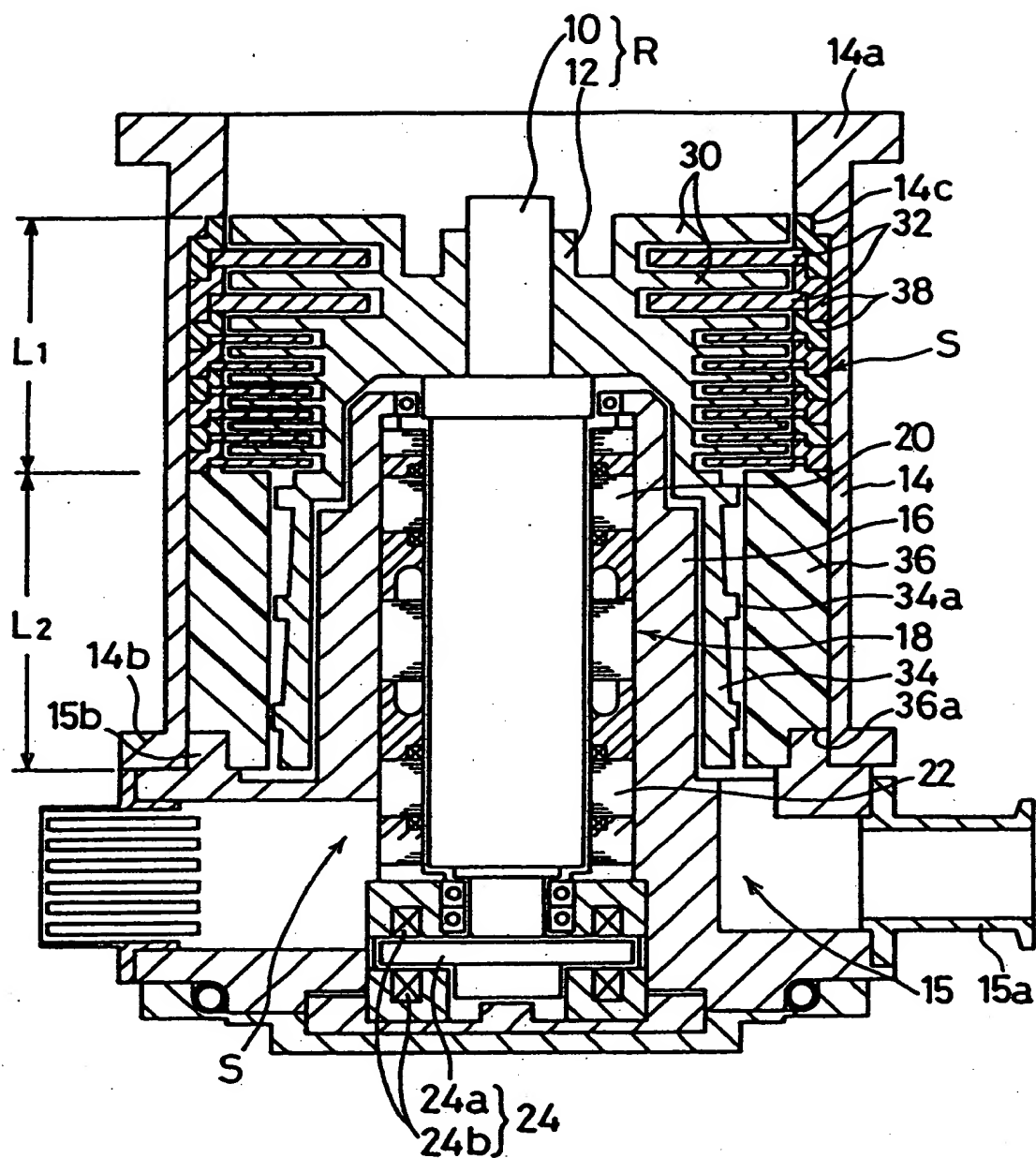
【図 1 8】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 万一ロータ側に異常が発生した場合でも、ステータやケーシングの破損とこれに伴う真空系の破壊に繋がらないような安全性の高いターボ分子ポンプを提供する。

【解決手段】 ポンプケーシング 1 4 内部に、ロータ R とステータ S により翼排気部  $L_1$  及び／又は溝排気部  $L_2$  が構成されたターボ分子ポンプにおいて、前記ステータ S の少なくとも一部に、前記ロータ R より前記ステータ S に異常トルクが作用したときに該ロータ R に連動して異常トルクによる衝撃を吸収する衝撃吸収構造 4 2 が設けられていることを特徴とするターボ分子ポンプ

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第200990号
受付番号	59900679652
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成11年 7月21日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000000239
【住所又は居所】	東京都大田区羽田旭町11番1号
【氏名又は名称】	株式会社荏原製作所

【代理人】

申請人

【識別番号】	100091498
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿 4階渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】	渡辺 勇

【選任した代理人】

【識別番号】	100092406
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿 4階渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】	堀田 信太郎

【選任した代理人】

【識別番号】	100102967
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿 4階渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】	大畑 進

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所